

## **КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПЕРИОПЕРАЦИОННОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

**ХОДЬКОВ Е.К., БОЛОБОШКО К.Б., ХОДЬКОВА Ю.В.**

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, г. Витебск,  
Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2019. – Том 18, №2. – С. 16-27.

## **COMPLEX APPROACH TO PERIOPERATIVE MANAGEMENT OF TOTAL KNEE REPLACEMENT. LITERATURE REVIEW**

**KHADZKOU Y.K., BALABOSHKA K.B., KHADZKOVA Y.V.**

Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2019;18(2):16-27.

---

### **Резюме.**

Тотальное эндопротезирование коленного сустава, известное как эффективный метод хирургического лечения с целью избавления от боли, восстановления функции и улучшения качества жизни при остеоартрите коленного сустава, является одним из наиболее динамично развивающихся направлений ортопедии. Настоящий обзор посвящен определению и обобщению современных тенденций периоперационного обеспечения данной операции, важнейшими аспектами которого являются тщательное предоперационное планирование, всесторонняя подготовка и информирование пациента, совершенствование техники выполнения вмешательства и его анестезиологического обеспечения, разработка и оптимизация методов снижения кровопотери и обезболивания. Систематическое изучение литературных источников убедительно показало, что, по мнению большинства исследователей, совершенствование методов периоперационного обеспечения позволяет улучшить результат проводимого лечения, сократить экономические затраты и повысить удовлетворенность пациента исходом операции. Тем не менее, отсутствие единых протоколов кровосбережения и обезболивания обуславливает необходимость дальнейшего изучения и клинической апробации как новых, так и традиционных методик.

*Ключевые слова:* протезирование коленного сустава, периоперационное обеспечение, кровопотеря, анальгезия, реабилитация.

### **Abstract.**

Knee replacement, known as an effective method of surgical treatment that decreases pain, restores the function and improves the over-all quality of life in people with osteoarthritis of the knee. Today it is one of the most popular and dynamically developing methods in modern orthopedics. The present review is devoted to the definition and generalization of current trends of ensuring proper perioperative management, the most important aspects of which being: careful preoperative planning, comprehensive preparation and informing the patient, technological improvement in different facets of the surgery itself, ensuring proper anesthesiological protocols, the development and optimization of methods of decreasing the over-all blood loss and optimal analgesia during the procedure. The systematic study of literature sources has convincingly shown that, according to the majority of researchers, the improvement in methods of perioperative management enables the improvement of the treatment result, reduction in economic costs and the increase of patient's satisfaction with the outcome of the operation. Nevertheless, the lack of unified protocols of preventing blood loss and utilizing proper analgesia techniques causes the need for further study and clinical trial of both new and traditional techniques.

*Key words:* knee joint replacement, perioperative management, blood loss, analgesia, rehabilitation.

Остеоартрит коленного сустава является распространённым дегенеративно – дистрофическим заболеванием у людей пожилого возраста – более одной трети населения старше 65 лет в той или иной степени страдают от его симптомов. Ежегодно, по данным различных источников, происходит увеличение частоты случаев и «омоложение» данной патологии [1]. При отсутствии адекватного лечения, а также несвоевременной диагностике неизбежное прогрессирование дегенеративно-дистрофических изменений в суставах нижних конечностей, как правило, приводит к инвалидности, утрате трудоспособности, снижению качества жизни, в том числе и у людей молодого возраста [2].

В случае прогрессирования функциональной недостаточности коленного сустава, постоянного болевого синдрома, который не купируется медикаментозно, методом выбора, а по мнению многих исследователей «золотым стандартом», является первичное тотальное (либо частичное) эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) [3]. С каждым годом, по данным крупнейших мировых регистров, происходит увеличение количества оперативных вмешательств данного рода. По предварительным прогнозам, только в США к 2030 году число ежегодно выполняемых артропластик достигнет 3,4 миллиона [4].

Успех ТЭКС, предполагающий избавление пациента от боли и функциональных ограничений, обусловлен влиянием множества объективных и субъективных факторов. Помимо тщательного предоперационного планирования и выбора оптимального для каждого конкретного случая имплантата, наиважнейшее значение имеет периоперационное обеспечение оперативного вмешательства, включающее всестороннюю подготовку и информирование пациента, совершенствование техники выполнения операции и анестезиологического обеспечения, разработку методов снижения кровопотери и обезболивания [5]. Концепции Enhanced Recovery After Surgery (ERAS), «Fast-track» surgery были описаны ещё в 1997 году датским патофизиологом Henrik Kehlet и на сегодняшний день являются актуальным направлением научно-практических исследований, в том числе и в ортопедии [6]. Разработка и оптимизация методов периоперационного обеспечения в сфере эндопротезирования крупных суставов позволяют улучшить результат проводимого лечения, сократить экономические затраты и повысить удовлетворённость пациента

исходом операции. Технологии и алгоритмы периоперационного обеспечения разнообразны, не стандартизированы и существенно различаются в ортопедических клиниках, что обусловлено различным материально-техническим обеспечением и особенностями организации системы здравоохранения в целом [7, 8].

Цель настоящего обзора – определить основные тенденции современной ортопедии в совершенствовании периоперационного обеспечения тотального эндопротезирования коленного сустава, затрагивающие оптимизацию методик кровосбережения и снижения интенсивности болевого синдрома как основополагающих условий ранней реабилитации и достижения наилучших функциональных результатов.

### Способы анальгезии

Известно, что эндопротезирование суставов – это ортопедическое вмешательство, связанное с интенсивным болевым синдромом в послеоперационном периоде, степень выраженности которого может быть значительной даже в покое. Зачастую именно боль в области операции препятствует проведению комплекса реабилитационных мероприятий. Неадекватное обезболивание затрудняет мобилизацию пациента, что увеличивает риск развития тромботических осложнений, может приводить к нарушению заживления раны, увеличивает длительность стационарного периода лечения, а также снижает удовлетворённость пациента результатом оперативного лечения [9].

Иннервация области коленного сустава вариабельна и обеспечивается комбинацией ветвей бедренного, запирательного и седалищного нервов. Чувствительные волокна бедренного нерва иннервируют передний и медиальный отделы коленного сустава. Седалищный нерв включает большеберцовую и малоберцовую части, которые обеспечивают иннервацию задне-наружного отдела коленного сустава. Кожная ветвь запирательного нерва отвечает за чувствительную иннервацию медиальной области бедра и коленного сустава [10].

На сегодняшний день описаны и применяются в клинической практике следующие методы купирования болевого синдрома в послеоперационном периоде ТЭКС:

- упреждающая анальгезия,
- продлённая эпидуральная анальгезия,
- однократная или продлённая блокада пе-

реферических нервов,

- локальная инфильтрационная анестезия,
- анальгетики, НПВС в послеоперационном периоде.

Несомненно, разнообразие существующих методов анестезии предоставляет хирургической бригаде широкие возможности выбора. С другой стороны, это свидетельствует об отсутствии единого эффективного способа обезболивания при выполнении ТЭКС и подчёркивает актуальность дальнейших исследований и разработок в этом направлении.

### Упреждающая анестезия

Идея превенции боли впервые введена в клиническую практику в 1913 году. George Washington Crile предложил гипотезу о зависимости степени выраженности послеоперационного болевого синдрома от защищённости структур центральной нервной системы при хирургической травме [11]. Дальнейшее развитие концепция, предложенная Crile, получила в работах P.D. Wall и C.J. Wolf, которые продемонстрировали, что применение анальгетиков в предоперационном периоде не только снижает интенсивность боли, но и позволяет расширить временные рамки продолжительности их действия [12, 13].

С целью упреждающей анестезии наиболее часто применяют нестероидные противовоспалительные средства, парацетамол либо их комбинации. Доказано, что использование данных лекарственных средств снижает интенсивность болевого синдрома в послеоперационном периоде и сокращает необходимость применения наркотических анальгетиков [14, 15]. Наравне с вышеуказанными препаратами, в последнее время используют противоэпилептические средства габапентин и прегабалин, которые избирательно влияют на ноцицептивный процесс, подавляя приток кальция через потенциал-управляемые кальциевые каналы. Эффективность данных препаратов в снижении интенсивности послеоперационной боли, а также уменьшения кратности и дозировки наркотических анальгетиков, используемых в раннем послеоперационном периоде ТЭКС, подтверждены двумя мета-анализами [16, 17].

### Продлённая эпидуральная анестезия

Продлённая эпидуральная анестезия является широко распространённым и эффективным

методом послеоперационного обезболивания. Её эффективность в снижении интенсивности боли как в покое, так и при активных движениях в коленном суставе подтверждены различными исследованиями [18, 19]. Тем не менее, у данного способа отмечены определённые возможные осложнения, такие как нарушение гемодинамики, угнетение дыхания, нарушение моторной функции мочевого пузыря и кишечника. Что ещё более важно, имеются данные, что пациенты, которым выполняется ТЭКС, подвержены дополнительному риску развития неврологических нарушений при продлённой эпидуральной анестезии в связи с наличием дегенеративных изменений позвоночника и проводимой антикоагулянтной профилактикой тромбообразования [20]. Нами отмечено, что в настоящее время наблюдается тенденция применения менее инвазивных методов обезболивания в практике ТЭКС, которые сопоставимы по действенности с эпидуральной анестезией, но обладают меньшими побочными эффектами [21].

### Блокада периферических нервов

В последнее время регионарная анестезия, в частности блокада периферических нервов, претерпела значительные изменения, подтвердив свою эффективность и превосходство над другими традиционными методами. Совершенствование техники, улучшение материального обеспечения (иглы, помпы, катетеры), а также разработка оборудования для визуализации способствовали популяризации и широкому применению данного метода.

Известно, что чувствительная иннервация области коленного сустава осуществляется преимущественно за счёт бедренного и седалищного нервов. Блокада данных структур позволяет обеспечить почти полное обезболивание после ТЭКС. Однако стоит учитывать, что использование указанных методик не обладает избирательностью и приводит к «выключению» как чувствительных, так и двигательных волокон, что в ряде случаев приводит к нарушению двигательной функции и затруднениям процесса реабилитации пациента в раннем послеоперационном периоде [22, 23].

Блокада бедренного нерва (ББН) является одним из наиболее часто используемых методов региональной послеоперационной анестезии при выполнении ТЭКС. Техника данного метода

относительно проста, а развитие ультразвуковой визуализации позволяет значительно повысить успех исполнения и снизить риск возможных осложнений. В Кохрановский обзор, проведенный E.Y. Chan и соавт. в 2014, было включено 45 рандомизированных клинических исследований, которые сравнивали эффективность ББН (однократная инъекция либо продлённое введение анестетика через катетер) с пациент-контролируемым введением опиоидных анальгетиков, эпидуральной анальгезией и локальной инфильтрационной анальгезией. При сравнении ББН с пациент-контролируемым введением опиоидных анальгетиков были получены лучшие показатели в группах ББН при оценке снижения степени выраженности болевого синдрома в покое и при активных движениях в коленном суставе в течение 72 часов, количестве опиоидных анальгетиков, объёме активного сгибания в коленном суставе. При анализе данных сравнения ББН с эпидуральной анальгезией не было выявлено различий в показателях интенсивности боли, однако в группах с периферической блокадой частота побочных эффектов (тошнота/рвота) была меньшей [24].

Несомненно, ББН обеспечивает отличные показатели анальгезии в послеоперационном периоде ТЭКС, однако недостатком данного метода является ослабление функции четырёхглавой мышцы и нарушение проприоцепции, что может препятствовать ранней активной реабилитации и, в ряде случаев, приводить к нарушению ходьбы и падению пациента в послеоперационном периоде [22, 25].

В последнее время набирает популярность метод блокады подкожного нерва (БПН), который является терминальной чувствительной ветвью бедренного нерва, проходит через приводящий канал вместе с поверхностной бедренной артерией, бедренной веной, двигательной ветвью медиальной головки четырёхглавой мышцы и далее делится на поднадколенную ветвь и медиальные кожные ветви голени. Исходя из этого, блокада приводящего канала может оказывать минимальное влияние на силу четырёхглавой мышцы, при этом обеспечивать адекватный уровень анальгезии и способность к ранней реабилитации [25].

Современные исследования подтверждают, что БПН обладает сопоставимым анальгетическим эффектом при сравнении с ББН и способствует более раннему восстановлению функции коленного сустава. На сегодняшний день данный

метод успешно применяется и входит в протоколы послеоперационного обезболивания различных ортопедических центров [25, 26].

Седалищный нерв обеспечивает чувствительную иннервацию задне-латеральных отделов коленного сустава. Техника блокады седалищного нерва (БСН) проста в исполнении, однако в литературе нет единого мнения о целесообразности использования данного метода для обезболивания послеоперационного периода ТЭКС. Как правило, с целью послеоперационной анальгезии БСН не применяется изолированно и ее комбинируют с ББН, что требует дополнительных временных затрат и постановки двух катетеров в случае продлённой блокады [27]. В мета-анализе, выполненном S. Grare, проведено сравнение эффективности изолированной ББН с комбинацией ББН+БСН. По результатам 12 рандомизированных клинических исследований были получены следующие данные: выполнение комбинированной блокады бедренного и седалищного нервов имело лучший анальгезирующий эффект в первые 12 часов с момента операции без каких-либо достоверных различий в функциональном результате, а также в степени выраженности боли свыше 12 часов [28]. В то же время, необходимо учитывать, что выполнение БСН может приводить к нарушению активного разгибания стопы вследствие блокады моторной функции общего малоберцового нерва. В связи с этим, ряд специалистов в своей практике использует блокаду большеберцового нерва в сочетании с ББН, что позволяет добиться сопоставимого анальгезирующего эффекта [29].

### **Локальная инфильтрационная анальгезия**

Локальная инфильтрационная анальгезия (ЛИА) на сегодняшний день является одним из наиболее популярных в клинической практике ТЭКС и широко обсуждаемых в литературе методов послеоперационного обезболивания. К преимуществам ЛИА можно отнести простоту и доступность выполнения, достаточный уровень анальгезии, минимальный риск возможных осложнений.

В проведенном E. Albrecht мета-анализе не было выявлено различий в интенсивности болевого синдрома при использовании ББН или ЛИА. Однако, как отмечает автор, для проведения ЛИА требуется большее количество анестетика [30].

В обзоре L.Ø. Andersen демонстрирует эффективность ЛИА при сравнении с группами пациентов, в лечении которых данный метод не применяли. Степень выраженности болевого синдрома, а также количество введенных опиоидных анальгетиков, по наблюдениям автора исследования, было достоверно меньшим у пациентов с использованием ЛИА [31].

При выполнении ЛИА используются различные лекарственные средства и их комбинации: бупивакаин, липосомальный бупивакаин, ропивакаин, морфин, НПВС, стероиды, адреналин. На данный момент нет единого мнения о необходимости катетеризации операционной раны с целью продлённого введения анестетика, технике выполнения ЛИА, а также выборе оптимального объёма и вида лекарственных средств или их сочетания [32].

### **Мультимодальная анальгезия**

Мультимодальная анальгезия заключается в комплексном подходе, подразумевающем использование сочетания лекарственных средств, а также различных методов обезболивания, обеспечивающих максимальный анальгезирующий эффект, минимальный риск развития осложнений и создание оптимальных условий для ранней активной реабилитации пациента. Основные компоненты мультимодальной анальгезии – упреждающее обезболивание, блокада периферических нервов и/или ЛИА, регулярная стандартизированная схема применения анальгетиков и НПВС в послеоперационном периоде. Однако на сегодняшний день нет стандартного протокола мультимодальной анальгезии при ТЭКС, что требует проведения дальнейших исследований [33].

### **Снижение кровопотери**

Одним из основных компонентов периоперационного ведения пациентов при ТЭКС является снижение кровопотери.

Развитие послеоперационной анемии негативно сказывается на возможности проведения ранней активной реабилитации, связано с ухудшением заживления послеоперационной раны, увеличением риска развития инфекционных осложнений [34]. В ряде случаев данное состояние требует компенсации за счёт переливания компонентов донорской крови. Частота применения аллогемотрансфузии при ТЭКС по

данным современных источников составляет от 10% до 38%. Пациенты, в случае необходимости данной процедуры, подвержены риску развития трансфузионных реакций, передачи инфекций, тромбоэмболических осложнений. Также стоит учитывать увеличение длительности стационарного периода лечения и значительную стоимость компонентов донорской крови [35].

В настоящее время описаны и широко используются в клинической практике различные стратегии кровосбережения, методы и их комбинации, которые позволяют сократить объём периоперационной кровопотери, свести к минимуму риск переливания донорской крови. Тем не менее, доступные сведения об эффективности и целесообразности применения известных методик в практике ТЭКС различаются, а иногда и противоречат друг другу. В зависимости от целевого назначения известные методы подразделяют на предоперационные, интраоперационные и послеоперационные.

### **Предоперационный менеджмент кровопотери**

На данном этапе необходимо тщательное и комплексное обследование пациента. Существует ряд факторов, которые могут быть связаны с большим объёмом кровопотери при выполнении ТЭКС: женский пол, низкое значение индекса массы тела, наличие анемии при поступлении, длительность оперативного вмешательства [36]. Также к этой группе факторов можно отнести наличие выраженных изменений коленного сустава, что увеличивает травматичность операции, сопутствующую патологию (артериальная гипертензия, сахарный диабет), приём медикаментов (антикоагулянты, антиагреганты).

Анемия – это состояние, при котором происходит снижение концентрации гемоглобина менее 120 г/л у женщин и 130 г/л у мужчин. По данным различных исследований, частота предоперационной анемии у пациентов, которым планируется ТЭКС, может достигать 25%. R. Spahn в своём обзоре отмечает, что наличие анемии на этом этапе достоверно увеличивает частоту переливания компонентов донорской крови, повышает риск развития инфекционных осложнений, продлевает продолжительность стационарного периода лечения [37]. Предоперационное обследование должно проводиться заранее. Наиболее часто в структуре пациентов встречается железодефицитная анемия.

В случае выявления низкого уровня гемоглобина пациент должен быть консультирован у гематолога с последующим проведением соответствующей лабораторной диагностики (железо в сыворотке крови, трансферрин, ферритин, железосвязывающая способность сыворотки, насыщение трансферрином железа, цианокобаламин, фолиевая кислота, С-реактивный белок и т.д.) и выявлением причины, вызвавшей данное состояние. Лечение железодефицитной анемии подразумевает комплексный подход, основой которого является использование препаратов железа. По данным проспективного исследования О.М. Theusinger парентеральное применение препаратов железа является наиболее оптимальным методом, позволяющим в кратчайшие сроки повысить уровень гемоглобина [38]. В настоящее время имеется ряд исследований, которые демонстрируют высокую эффективность эритропоэтина. Эритропоэтин является синтетическим гормоном, который стимулирует образование эритроцитов в костном мозге. В мета-анализе, проведенном Y. Zhao, отражено, что использование эритропоэтина в предоперационном периоде ТЭКС повышает уровень гемоглобина и снижает необходимость использования аллогемотрансфузии [39]. Однако данный препарат имеет высокую стоимость, как правило, применяется в лечении анемии, связанной с хронической почечной недостаточностью и, не входит в протоколы лечения железодефицитной анемии.

Одним из возможных способов компенсации периперационной кровопотери является заготовка и применение аутологичной крови и её компонентов. Данный метод широко применяется при плановых хирургических вмешательствах, которые сопровождаются значительным объемом кровопотери. По данным мета-анализа, проведенного М. Muñoz, использование аутокрови при эндопротезировании суставов нижней конечности позволяет сократить частоту переливания донорской крови. Однако стоит учитывать, что данная процедура может индуцировать развитие предоперационной анемии, требует комплекса организационных мероприятий и значительных экономических затрат [40].

### **Интраоперационный менеджмент кровопотери**

Комплексный подход к анестезиологическому обеспечению ТЭКС является одним из возможных путей снижения кровопотери. Использование

гемодилюции, а также методов и лекарственных средств, обеспечивающих проведение операции в условиях управляемой гипотонии (среднее артериальное давление 55-60 мм.рт.ст), достоверно снижает объем периперационной кровопотери, частоту переливания компонентов донорской крови без увеличения частоты каких-либо осложнений. Также важным является принятие единых показаний для гемотрансфузии. На сегодняшний день определяется тенденция к снижению минимально допустимого уровня гемоглобина (менее 70 г/л, либо 80 г/л в случае наличия сопутствующей сердечно-сосудистой патологии или признаков нарушения гемодинамики). Данные методики являются эффективным и доступным компонентом менеджмента кровопотери, однако требуют стандартизации и внедрения в отдельно взятое отделение клиники [34, 41].

Как правило, при выполнении ТЭКС применяют пневматический турникет. Обескровливание операционного поля обеспечивает хорошую визуализацию на всех этапах операции, необходимо для постановки компонентов эндопротеза с использованием цементной фиксации, а также сводит к минимуму объем интраоперационной кровопотери. Однако на момент снятия турникета происходит усиление диффузного кровотечения за счет рефлекторной вазоплегии, «включения» эндотелиальных, клеточных и тканевых активаторов пламиногена. В результате активации системы фибринолиза происходит расщепление фибрина, что ведет к образованию низкомолекулярных фрагментов с выраженным антикоагулянтным действием [42]. Исходя из этого, послеоперационная кровопотеря в виде отделяемого по дренажу, внутрисуставной и межтканевых гематом может составлять значительный объем. По результатам исследования, проведенного К. R. Sehat, объем кровопотери при ТЭКС может превышать 1500 мл, причём «скрытая кровопотеря» составляет 49% от суммарного объема и зачастую не учитывается хирургической бригадой [43]. В проведенном мета-анализе T.W. Tai продемонстрировал, что использование турникета не сокращает объем суммарной кровопотери в сравнении с операциями, проведенными без наложения жгута. В то же время, применение пневматического турникета может быть связано с увеличением частоты тромбоэмболических осложнений и ухудшением заживления операционной раны [44].

В настоящее время в мировой клинической практике в целях уменьшения периперационной

кровопотери широко применяются ингибиторы фибринолиза. Среди них наиболее распространены транексамовая кислота и аминокапроновая кислота. Данные препараты являются синтетическими аналогами лизина, которые путём блокирования лизин связывающего участка плазминогена препятствуют его активации и превращению в плазмин. В результате этого не происходит расщепления фибрина с последующим лизисом фибринового сгустка [45].

Эффективность, безопасность, а также снижение экономических затрат при применении антифибринолитиков в хирургической практике подтверждены во многих источниках, в том числе в большом Кохрановском обзоре, в который вошло 252 исследования [46].

Транексамовая кислота фигурирует как наиболее «сильный» антифибринолитик. Уменьшение интраоперационной и послеоперационной кровопотери при использовании данного препарата доказано как при внутривенном, так и при внутрисуставном введении [41, 47]. Однако в некоторых публикациях авторы отмечают отсутствие существенных различий между транексамовой и аминокапроновой кислотой при парентеральном введении [48].

Учитывая, что на момент снятия турникета такие процессы, как рефлекторная вазоплегия, активация плазминогена, носят преимущественно местный характер [49], то применение внутривенного введения ингибиторов фибринолиза в сочетании с местной аппликацией будет иметь более выраженный гемостатический эффект. Этот факт требует дальнейшего изучения путём проведения рандомизированных клинических исследований с целью выбора наиболее оптимального и безопасного антифибринолитика и способа его применения.

### **Послеоперационный менеджмент кровопотери**

Одним из дискуссионных вопросов послеоперационного периода ТЭКС является необходимость дренирования операционной раны. Как правило, большинство ортопедов выполняет дренирование операционной раны по завершении оперативного вмешательства. Однако стоит учитывать, что наличие дренажа нарушает эффект тампонады раны, что в свою очередь может приводить к увеличению послеоперационной кровопотери [50]. Кровотечение из периапартулярных

тканей в области оперативного вмешательства наиболее интенсивно в течение 4 часов в послеоперационном периоде. Исходя из этого, на сегодняшний день предложены различные алгоритмы закрытия дренажной системы в данном временном интервале, в том числе с внутрисуставным введением ингибиторов фибринолиза [51]. В то же время, ряд авторов не отмечает каких-либо преимуществ в рутинном использовании дренирования, при ТЭКС, однако, по их мнению, отсутствие дренажной системы упрощает уход за пациентом и в определённой степени сокращает экономические затраты [52].

Одним из возможных методов компенсации кровопотери в хирургической практике является реинфузия дренажного отделяемого. Однако с учётом высокой стоимости систем ряд специалистов отдаёт предпочтение более выгодным с точки зрения экономической эффективности методам. Наиболее ярким примером сочетания безопасности и эффективности является широкое клиническое использование транексамовой кислоты [53]. В исследовании, проведенном А.В. Овсянкиным, авторы отмечают неудовлетворительные качественные и количественные характеристики дренажного отделяемого и ставят под сомнение эффективность его использования в качестве реинфузии [54].

Стоит не забывать, что в ближайшем послеоперационном периоде доступными и легко воспроизводимыми методами снижения кровопотери являются локальная гипотермия и сгибание конечности в коленном суставе [55].

### **Метод авторов**

В большинстве случаев в клинической практике при выполнении ТЭКС мы придерживаемся разработанного нами единого протокола ведения пациентов. В качестве упреждающей анальгезии используем парацетамол в сочетании с селективными ингибиторами циклооксигеназы-2. Анестезиологическое обеспечение, как правило, представлено монолатеральной малообъёмной спинальной анестезией. С целью блокирования избыточного фибринолиза проводим внутривенное введение аминокапроновой кислоты (до наложения жгута и перед его снятием) в сочетании с местной аппликацией при завершении операции. Также при выполнении этапов оперативного вмешательства выполняем локальную инфильтрационную анальгезию, учитывая

особенности иннервации коленного сустава. Рану ушиваем без использования дренажной системы [56]. В течение двух часов в послеоперационном периоде конечности придаётся положение сгибания в коленном суставе с локальной гипотермией. Затем пациент выполняет активные движения в суставах нижних конечностей по разработанным инструкциям. Вертикализация и ходьба со средствами дополнительной опоры осуществляется вечером в день оперативного вмешательства.

## Заключение

Анализ литературных источников, посвященных актуальным вопросам периоперационного обеспечения тотального протезирования коленного сустава, показывает отсутствие единых подходов к тактике пред- и послеоперационной анальгезии, а также методам эффективного кровосбережения. Дальнейшая разработка и обоснование комплексного подхода к ведению пациентов до и после тотального протезирования коленного сустава позволят существенно улучшить результат лечения за счёт создания благоприятных условий для ранней активной реабилитации пациента, а также значительно сократить суммарные экономические затраты на выполнение и обеспечение данного оперативного вмешательства.

## Литература

1. Bhatia, D. Current interventions in the management of knee osteoarthritis / D. Bhatia, T. Bejarano, M. Novo // J. Pharm. Bioallied Sci. – 2013 Jan. – Vol. 5, N 1. – P. 30–38.
2. Amoako, A. O. Osteoarthritis in young, active, and athletic individuals / A. O. Amoako, G. G. Pujalte // Clin. Med. Insights Arthritis Musculoskelet. Disord. – 2014 May. – Vol. 22, N 7. – P. 27–32.
3. Nikolaou, V. S. Common controversies in total knee replacement surgery: Current evidence / V. S. Nikolaou, D. Chytas, G. C. Babis // World J. Orthop. – 2014 Sep. – Vol. 18, N 5. – P. 460–468.
4. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030 / S. Kurtz [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. – 2007 Apr. – Vol. 89, N 4. – P. 780–785.
5. Perioperative management in total knee arthroplasty: patient selection, pain management, thromboprophylaxis, and rehabilitation / D. F. Amanatullah [et al.] // Curr. Orthop. Pract. – 2015 May-Jun. – Vol. 26, N 3. – P. 217–223.
6. Kehlet, H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation / H. Kehlet // Br. J. Anaesth. – 1997 May. – Vol. 78, N 5. – P. 606–617.
7. Enhanced recovery after surgery for hip and knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis / S. Zhu [et al.] // Postgrad. Med. J. – 2017 Dec. – Vol. 93, N 1106. – P. 736–742.
8. Оптимизация периоперационного обеспечения эндопротезирования коленного сустава / Е. К. Ходьков [и др.] // Достижения фундаментальной, клинической медицины и фармации : материалы 74-й науч. сес. сотр. ун-та, 23–24 янв. 2019 г. – Витебск : ВГМУ, 2019. – С. 49–51.
9. Acute postoperative pain following hospital discharge after total knee arthroplasty / E. Y. Chan [et al.] // Osteoarthritis Cartilage. – 2013 Sep. – Vol. 21, N 9. – P. 1257–1263.
10. Nerve distribution to the human knee joint: anatomical and immunohistochemical study / Y. Hirasawa [et al.] // Int. Orthop. – 2000. – Vol. 24, N 1. – P. 1–4.
11. Crile, G. W. The kinetic theory of shock and its prevention through anoci-association (shockless operation) / G. W. Crile // The Lancet. – 1913 Dec. – Vol. 182, N 4688. – P. 7–16.
12. Wall, P. D. The prevention of postoperative pain / P. D. Wall // Pain. – 1988 Jun. – Vol. 33, N 3. – P. 289–290.
13. Woolf, C. J. Generation of acute pain: central mechanisms / C. J. Woolf // Br. Med. Bull. – 1991 Jul. – Vol. 47, N 3. – P. 523–533.
14. Impact of Preemptive Analgesia on inflammatory responses and Rehabilitation after Primary Total Knee Arthroplasty: A Controlled Clinical Study / X. Jianda [et al.] // Sci. Rep. – 2016 Aug. – Vol. 6. – P. 30354.
15. Effect of preemptive and preventive acetaminophen on postoperative pain score: a randomized, double-blind trial of patients undergoing lower extremity surgery / G. Khalili [et al.] // J. Clin. Anesth. – 2013 May. – Vol. 25, N 3. – P. 188–192.
16. The use of gabapentin in the management of postoperative pain after total knee arthroplasty: A PRISMA-compliant meta-analysis of randomized controlled trials / C. Han [et al.] // Medicine (Baltimore). – 2016 Jun. – Vol. 95, N 23. – P. e3883.
17. Is pregabalin effective and safe in total knee arthroplasty? A PRISMA-compliant meta-analysis of randomized-controlled trials / C. Han [et al.] // Medicine (Baltimore). – 2017 Jun. – Vol. 96, N 26. – P. e6947.
18. Кузьмин, В. В. Односторонняя эпидуральная анальгезия после тотального эндопротезирования коленного сустава / В. В. Кузьмин, Н. Н. Шадурский // Вестн. анестезиологии и реаниматологии. – 2015. – № 4. – С. 20–25.
19. Epidural analgesia compared with peripheral nerve blockade after major knee surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized trials / S. J. Fowler [et al.] // Br. J. Anaesth. – 2008 Feb. – Vol. 100, N 2. – P. 154–164.
20. Moen, V. Severe neurological complications after central neuraxial blockades in Sweden 1990-1999 / V. Moen, N. Dahlgren, L. Irestedt // Anesthesiology. – 2004 Oct. – Vol. 101, N 4. – P. 950–959.
21. Local infiltration anesthesia versus epidural analgesia for postoperative pain control in total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis / C. Li [et al.] // J. Orthop. Surg. Res. – 2018 May. – Vol. 13, N 1. – P. 112.
22. Complications of femoral nerve block for total knee arthroplasty / S. Sharma [et al.] // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2010 Jan. – Vol. 468, N 1. – P. 135–140.
23. Peripheral nerve blocks and postoperative physical therapy: a single-institution survey of physical therapists' preferences and opinions / R. L. McClain [et al.] // Rom. J. Anaesth. Intensive Care. – 2017 Oct. – Vol. 24, N 2. – P. 115–124.



24. Femoral nerve blocks for acute postoperative pain after knee replacement surgery / E. Y. Chan [et al.] // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2014 May. – Vol. 13, N 5. – P. CD009941.
25. Adductor canal block versus femoral nerve block for total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials / D. Wang [et al.] // *Sci. Rep.* – 2017 Jan. – Vol. 7. – P. 40721.
26. Femoral Nerve Block versus Adductor Canal Block for Analgesia after Total Knee Arthroplasty / I. J. Koh [et al.] // *Knee Surg. Relat. Res.* – 2017 Jun. – Vol. 29, N 2. – P. 87–95.
27. Danninger, T. Perioperative pain control after total knee arthroplasty: An evidence based review of the role of peripheral nerve blocks / T. Danninger, M. Opperer, S. G. Memtsoudis // *World J. Orthop.* – 2014 Jul. – Vol. 5, N 3. – P. 225–232.
28. The analgesic efficacy of sciatic nerve block in addition to femoral nerve block in patients undergoing total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis / S. Grape [et al.] // *Anaesthesia.* – 2016 Oct. – Vol. 71, N 10. – P. 1198–1209.
29. Femoral nerve block with selective tibial nerve block provides effective analgesia without foot drop after total knee arthroplasty: a prospective, randomized, observer-blinded study / S. K. Sinha [et al.] // *Anesth. Analg.* – 2012 Jul. – Vol. 115, N 1. – P. 202–206.
30. The analgesic efficacy of local infiltration analgesia vs femoral nerve block after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis / E. Albrecht [et al.] // *Br. J. Anaesth.* – 2016 May. – Vol. 116, N 5. – P. 597–609.
31. Andersen, L. Ø. Analgesic efficacy of local infiltration analgesia in hip and knee arthroplasty: a systematic review / L. Ø. Andersen, H. Kehlet // *Br. J. Anaesth.* – 2014 Sep. – Vol. 113, N 3. – P. 360–374.
32. Local anaesthetic infiltration for peri-operative pain control in total hip and knee replacement: systematic review and meta-analyses of short- and long-term effectiveness / E. M. Marques [et al.] // *BMC Musculoskelet. Disord.* – 2014 Jul. – Vol. 15. – P. 220.
33. Halawi, M. J. Multimodal Analgesia for Total Joint Arthroplasty / M. J. Halawi, S. A. Grant, M. P. Bolognesi // *Orthopedics.* – 2015 Jul. – Vol. 38, N 7. – P. e616–e625.
34. Blood Management Strategies in Total Knee Arthroplasty / D. Liu [et al.] // *Knee Surg. Relat. Res.* – 2016 Sep. – Vol. 28, N 3. – P. 179–187.
35. Perioperative blood management strategies for patients undergoing total knee replacement: Where do we stand now? / T. Themistoklis [et al.] // *World J. Orthop.* – 2017 Jun. – Vol. 8, N 6. – P. 441–454.
36. Predictors and complications of blood transfusion in total hip and knee arthroplasty / N. B. Frisch [et al.] // *J. Arthroplasty.* – 2014 Sep. – Vol. 29, N 9, suppl. – P. 189–192.
37. Spahn, D. R. Anemia and patient blood management in hip and knee surgery: a systematic review of the literature / D. R. Spahn // *Anesthesiology.* – 2010 Aug. – Vol. 113, N 2. – P. 482–495.
38. Treatment of iron deficiency anemia in orthopedic surgery with intravenous iron: efficacy and limits: a prospective study / O. M. Theusinger [et al.] // *J. Anesthesiology.* – 2007 Dec. – Vol. 107, N 6. – P. 923–927.
39. The effectiveness and safety of preoperative use of erythropoietin in patients scheduled for total hip or knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / Y. Zhao [et al.] // *Medicine (Baltimore).* – 2016 Jul. – Vol. 95, N 27. – P. e4122.
40. Muñoz, M. Preoperative autologous blood donation in lower limb arthroplasty surgery: has the time come for its retirement? / M. Muñoz, A. García-Erce // *Blood Transfus.* – 2013 Jul. – Vol. 11, N 3. – P. 333–336.
41. Perioperative Blood Management Strategies for Total Knee Arthroplasty / Q. Lu [et al.] // *Orthop. Surg.* – 2018 Feb. – Vol. 10, N 1. – P. 8–16.
42. Kam, P. C. The arterial tourniquet: pathophysiological consequences and anaesthetic implications / P. C. Kam, R. Kavanagh, F. F. Yoong // *Anaesthesia.* – 2001 Jun. – Vol. 56, N 6. – P. 534–545.
43. Sehat, K. R. Hidden blood loss following hip and knee arthroplasty. Correct management of blood loss should take hidden loss into account / K. R. Sehat, R. L. Evans, J. H. Newman // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2004 May. – Vol. 86, N 4. – P. 561–565.
44. Tourniquet use in total knee arthroplasty: a meta-analysis / T. W. Tai [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2011 Jul. – Vol. 19, N 7. – P. 1121–1130.
45. Balaboshka K. B. Blood-saving effect of aminocaproic acid in total knee joint replacement / K. B. Balaboshka, Y. K. Khadzrou // *Novosti Khirurgii.* – 2017 Jul-Aug. – Vol. 25, N 4. – P. 389–393.
46. Anti-fibrinolytic use for minimising perioperative allogeneic blood transfusion / D. A. Henry [et al.] // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2011 Jan. – N 1. – P. CD001886.
47. Пшеницына, Е. В. Местное применение транексамовой кислоты при эндопротезировании коленного сустава / Е. В. Пшеницына, В. И. Загреков, Е. Е. Малышев // *Травматология и ортопедия России.* – 2016. – Т. 22, № 4. – С. 16–24.
48. Comparing ε-Aminocaproic Acid and Tranexamic Acid in Reducing Postoperative Transfusions in Total Knee Arthroplasty / J. L. Churchill [et al.] // *J. Knee Surg.* – 2017 Jun. – Vol. 30, N 5. – P. 460–466.
49. Regional hemostatic status and blood requirements after total knee arthroplasty with and without tranexamic acid or aprotinin / J. M. Engel [et al.] // *Anesth. Analg.* – 2001 Mar. – Vol. 92, N 3. – P. 775–780.
50. The effect of drainage tube on bleeding and prognosis after total knee arthroplasty: a prospective cohort study / X. H. Liu [et al.] // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2014 Apr. – Vol. 9. – P. 27.
51. Zhang, Y. Efficacy of tranexamic acid plus drain-clamping to reduce blood loss in total knee arthroplasty: A meta-analysis / Y. Zhang, J. W. Zhang, B. H. Wang // *Medicine (Baltimore).* – 2017 Jun. – Vol. 96, N 26. – P. e7363.
52. Tourniquet and closed-suction drains in total knee arthroplasty. No beneficial effects on bleeding management and knee function at a higher cost / D. Yin [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2017 Jun. – Vol. 103, N 4. – P. 583–589.
53. Springer, B. D. What Is the Benefit of Tranexamic Acid vs Reinfusion Drains in Total Joint Arthroplasty? / B. D. Springer, S. M. Odum, T. K. Fehring // *J. Arthroplasty.* – 2016 Jan. – Vol. 31, N 1. – P. 76–80.
54. Овсянkin, А. В. Клинико-лабораторная характеристика дренажного отделяемого как возможного объекта реинфузии у пациентов после тотального эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов / А. В. Овсянkin, Н. Д. Гречанюк, А. В. Зверьков // *Трансфузиология.*

– 2014. – Т. 15, № 4. – С. 58–67.

55. Effect of different postoperative limb positions on blood loss and range of motion in total knee arthroplasty: An updated meta-analysis of randomized controlled trials / Y. Wu [et al.]

// Int. J. Surg. – 2017 Jan. – Vol. 37. – P. 15–23.

56. Ходьков, Е. К. Роль вакуумного дренирования при эндопротезировании коленного сустава / Е. К. Ходьков, К. Б. Болобошко // Вестн. ВГМУ. – 2017. – Т. 16, № 4. – С. 73–80.

Поступила 27.02.2019 г.

Принята в печать 25.03.2019 г.

## References

- Bhatia D, Bejarano T, Novo M. Current interventions in the management of knee osteoarthritis. J Pharm Bioallied Sci. 2013 Jan;5(1):30-8. doi: 10.4103/0975-7406.106561
- Amoako AO, Pujalte GG. Osteoarthritis in young, active, and athletic individuals. Clin Med Insights Arthritis Musculoskelet Disord. 2014 May 22;7:27-32. doi: 10.4137/CMAMD.S14386
- Nikolaou VS, Chytas D, Babis GC. Common controversies in total knee replacement surgery: Current evidence. World J Orthop. 2014 Sep;18(5):460-8. doi: 10.5312/wjo.v5.i4.460
- Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. J Bone Joint Surg Am. 2007 Apr;89(4):780-5. doi: 10.2106/JBJS.F.00222
- Amanatullah DF, Pallante G, Chalmers BP, Pagnano MW. Perioperative management in total knee arthroplasty: patient selection, pain management, thromboprophylaxis, and rehabilitation. Curr Orthop Pract. 2015 May-Jun;26(3):217-23. doi: 10.1097/BCO.0000000000000230
- Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. Br J Anaesth. 1997 May;78(5):606-17.
- Zhu S, Qian W, Jiang C, Ye C, Chen X1. Enhanced recovery after surgery for hip and knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. Postgrad Med J. 2017 Dec;93(1106):736-742. doi: 10.1136/postgradmedj-2017-134991
- Khod'kov EK, Boloboshko KB, Abdulina ZN, Khod'kova YuV. Optimization of perioperative support for knee arthroplasty. V: Dostizheniia fundamental'noi, klinicheskoi meditsiny i farmatsii: materialy 74-i nauch ses sotr. un-ta, 23–24 ianv 2019 g. Vitebsk, RB: VGMU; 2019. P. 49-51. (In Russ.)
- Chan EY, Blyth FM, Nairn L, Fransen M. Acute postoperative pain following hospital discharge after total knee arthroplasty. Osteoarthritis Cartilage. 2013 Sep;21(9):1257-63. doi: 10.1016/j.joca.2013.06.011
- Hirasawa Y, Okajima S, Ohta M, Tokioka T. Nerve distribution to the human knee joint: anatomical and immunohistochemical study. Int Orthop. 2000;24(1):1-4.
- Crile GW. The kinetic theory of shock and its prevention through anoci-association (shockless operation). The Lancet. 1913 Dec;182(4688):7-16. doi: 10.1016/S0140-6736(01)65552-1
- Wall PD. The prevention of postoperative pain. Pain. 1988 Jun;33(3):289-90.
- Wolf CJ. Generation of acute pain: central mechanisms. Br Med Bull. 1991 Jul;47(3):523-33.
- Yuxing Q, Yi G, Hong Z, Libo P, Jianning Z. Impact of Preemptive Analgesia on inflammatory responses and Rehabilitation after Primary Total Knee Arthroplasty: A Controlled Clinical Study. Sci Rep. 2016 Aug;6:30354. doi: 10.1038/srep30354
- Khalili G, Janghorbani M, Saryazdi H, Emaminejad A. Effect of preemptive and preventive acetaminophen on postoperative pain score: a randomized, double-blind trial of patients undergoing lower extremity surgery. J Clin Anesth. 2013 May;25(3):188-92. doi: 10.1016/j.jclinane.2012.09.004
- Han C, Li XD, Jiang HQ, Ma JX, Ma XL. The use of gabapentin in the management of postoperative pain after total knee arthroplasty: A PRISMA-compliant meta-analysis of randomized controlled trials. Medicine (Baltimore). 2016 Jun;95(23):e3883. doi: 10.1097/MD.0000000000003883
- Han C, Kuang MJ, Ma JX, Ma XL. Is pregabalin effective and safe in total knee arthroplasty? A PRISMA-compliant meta-analysis of randomized-controlled trials. Medicine (Baltimore). 2017 Jun;96(26):e6947. doi: 10.1097/MD.0000000000006947
- Kuz'min VV, Shadurskiy NN. Unilateral epidural analgesia after total knee replacement. Vestn Anesteziologii Reanimatologii. 2015;(4):20-5. (In Russ.)
- Fowler SJ, Symons J, Sabato S, Myles PS. Epidural analgesia compared with peripheral nerve blockade after major knee surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. Br J Anaesth. 2008 Feb;100(2):154-64. doi: 10.1093/bja/aem373
- Moen V, Dahlgren N, Irestedt L. Severe neurological complications after central neuraxial blockades in Sweden 1990-1999. Anesthesiology. 2004 Oct;101(4):950-9.
- Li C, Qu J, Pan S, Qu Y. Local infiltration anesthesia versus epidural analgesia for postoperative pain control in total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis.
- Sharma S, Iorio R, Specht LM, Davies-Lepie S, Healy WL. Complications of femoral nerve block for total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2010 Jan;468(1):135-40. doi: 10.1007/s11999-009-1025-1
- McClain RL, Porter SB, Arnold SM, Robards CB. Peripheral nerve blocks and postoperative physical therapy: a single-institution survey of physical therapists' preferences and opinions. Rom J Anaesth Intensive Care. 2017 Oct;24(2):115-24. doi: 10.21454/rjaic.7518.242.prh
- Chan EY, Fransen M, Parker DA, Assam PN, Chua N. Femoral nerve blocks for acute postoperative pain after knee replacement surgery. Cochrane Database Syst Rev. 2014 May;(5):CD009941. doi: 10.1002/14651858.CD009941.pub2
- Li Q, Tang S-L, Zeng W-N, Xu J, Xie T-H, et al. Adductor canal block versus femoral nerve block for total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. Sci. Rep. 2017 Jan;7:40721. doi: 10.1038/srep40721
- Koh IJ, Choi YJ, Kim MS, Koh HJ, Kang MS, In Y. Femoral Nerve Block versus Adductor Canal Block for Analgesia after Total Knee Arthroplasty. Knee Surg Relat Res. 2017 Jun 1;29(2):87-95. doi: 10.5792/ksrr.16.039
- Danninger T, Opperer M, Memtsoudis SG. Perioperative pain control after total knee arthroplasty: An evidence based review of the role of peripheral nerve blocks. World J Orthop. 2014 Jul;5(3):225-32. doi: 10.5312/wjo.v5.i3.225
- Grape S, Kirkham KR, Baeriswyl M, Albrecht E. The analgesic efficacy of sciatic nerve block in addition to femoral

- nerve block in patients undergoing total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia*. 2016 Oct;71(10):1198-209. doi: 10.1111/anae.13568
29. Sinha SK, Abrams JH, Arumugam S, D'Alessio J, Freitas DG, Barnett JT, et al. Femoral nerve block with selective tibial nerve block provides effective analgesia without foot drop after total knee arthroplasty: a prospective, randomized, observer-blinded study. *Anesth Analg*. 2012 Jul;115(1):202-6. doi: 10.1213/ANE.0b013e3182536193
30. Albrecht E, Guyen O, Jacot-Guillarmod A, Kirkham KR. The analgesic efficacy of local infiltration analgesia vs femoral nerve block after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2016 May;116(5):597-609. doi: 10.1093/bja/aew099
31. Andersen LØ, Kehlet H. Analgesic efficacy of local infiltration analgesia in hip and knee arthroplasty: a systematic review. *Br J Anaesth*. 2014 Sep;113(3):360-74. doi: 10.1093/bja/aeu155
32. Marques EM, Jones HE, Elvers KT, Pyke M, Blom AW, Beswick AD. Local anaesthetic infiltration for perioperative pain control in total hip and knee replacement: systematic review and meta-analyses of short- and long-term effectiveness. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014 Jul;15:220. doi: 10.1186/1471-2474-15-220
33. Halawi MJ, Grant SA, Bolognesi MP. Multimodal Analgesia for Total Joint Arthroplasty. *Orthopedics*. 2015 Jul;38(7):e616-25. doi: 10.3928/01477447-20150701-61
34. Liu D, Dan M, Martos SM, Beller E. Blood Management Strategies in Total Knee Arthroplasty. *Knee Surg Relat Res*. 2016 Sep;28(3):179-87. doi: 10.5792/ksrr.2016.28.3.179
35. Themistoklis T, Theodosia V, Konstantinos K, Georgios DI. Perioperative blood management strategies for patients undergoing total knee replacement: Where do we stand now? *World J Orthop*. 2017 Jun;8(6):441-454. doi: 10.5312/wjo.v8.i6.441
36. Frisch NB, Wessell NM, Charters MA, Yu S, Jeffries JJ, Silverton CD. Predictors and complications of blood transfusion in total hip and knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2014 Sep;29(9 Suppl):189-92. doi: 10.1016/j.arth.2014.03.048
37. Spahn DR. Anemia and patient blood management in hip and knee surgery: a systematic review of the literature. *Anesthesiology*. 2010 Aug;113(2):482-95. doi: 10.1097/ALN.0b013e3181e08e97
38. Theusinger OM, Leyvraz PF, Schanz U, Seifert B, Spahn DR. Treatment of iron deficiency anemia in orthopedic surgery with intravenous iron: efficacy and limits: a prospective study. *Anesthesiology*. 2007 Dec;107(6):923-7.
39. Zhao Y, Jiang C, Peng H, Feng B, Li Y, Weng X. The effectiveness and safety of preoperative use of erythropoietin in patients scheduled for total hip or knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)*. 2016 Jul;95(27):e4122. doi: 10.1097/MD.00000000000004122
40. Muñoz M, García-Erce A. Preoperative autologous blood donation in lower limb arthroplasty surgery: has the time come for its retirement? *Blood Transfus*. 2013 Jul;11(3):333-6. doi: 10.2450/2013.0057-13
41. Lu Q, Peng H, Zhou GJ, Yin D. Perioperative Blood Management Strategies for Total Knee Arthroplasty. *Orthop Surg*. 2018 Feb;10(1):8-16. doi: 10.1111/os.12361
42. Kam PC, Kavanagh R, Yoong FF. The arterial tourniquet: pathophysiological consequences and anaesthetic implications. *Anaesthesia*. 2001 Jun;56(6):534-45.
43. Sehat KR, Evans RL, Newman JH. Hidden blood loss following hip and knee arthroplasty. Correct management of blood loss should take hidden loss into account. *J Bone Joint Surg Br*. 2004 May;86(4):561-5.
44. Tai TW, Lin CJ, Jou IM, Chang CW, Lai KA, Yang CY. Tourniquet use in total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011 Jul;19(7):1121-30. doi: 10.1007/s00167-010-1342-7
45. Balaboshka KB, Khadzouk YK. Blood-saving effect of aminocaproic acid in total knee joint replacement. *Novosti Khirurgii*. 2017 Jul-Aug;25(4):389-93. doi: 10.18484/2305-0047.2017.4.389
46. Henry DA, Carless PA, Moxey AJ, O'Connell D, Stokes BJ, Fergusson DA, et al. Anti-fibrinolytic use for minimising perioperative allogeneic blood transfusion. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011 Jan;(1):CD001886. doi: 10.1002/14651858.CD001886
47. Pshenitsyna EV, Zagrekov VI, Malyshev EE. Local application of tranexamic acid in knee arthroplasty. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii*. 2016;22(4):16-24. (In Russ.)
48. Churchill JL, Puca KE, Meyer E, Carleton M, Anderson MJ. Comparing ε-Aminocaproic Acid and Tranexamic Acid in Reducing Postoperative Transfusions in Total Knee Arthroplasty. *J Knee Surg*. 2017 Jun;30(5):460-466. doi: 10.1055/s-0036-1593362
49. Engel JM, Hohauser T, Ruwoldt R, Menges T, Jürgensen I, Hempelmann G. Regional hemostatic status and blood requirements after total knee arthroplasty with and without tranexamic acid or aprotinin. *Anesth Analg*. 2001 Mar;92(3):775-80.
50. Liu XH, Fu PL, Wang SY, Yang YJ, Lu GD. The effect of drainage tube on bleeding and prognosis after total knee arthroplasty: a prospective cohort study. *J Orthop Surg Res*. 2014 Apr;9:27. doi: 10.1186/1749-799X-9-27
51. Zhang Y, Zhang JW, Wang BH. Efficacy of tranexamic acid plus drain-clamping to reduce blood loss in total knee arthroplasty: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2017 Jun;96(26):e7363. doi: 10.1097/MD.00000000000007363
52. Yin D, Delisle J, Banica A, Senay A, Ranger P, Laflamme GY, et al. Tourniquet and closed-suction drains in total knee arthroplasty. No beneficial effects on bleeding management and knee function at a higher cost. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2017 Jun;103(4):583-589. doi: 10.1016/j.otsr.2017.03.002
53. Springer BD, Odum SM, Fehring TK. What Is the Benefit of Tranexamic Acid vs Reinfusion Drains in Total Joint Arthroplasty? *J Arthroplasty*. 2016 Jan;31(1):76-80. doi: 10.1016/j.arth.2015.08.006
54. Ovsyankin AV, Grechanyuk ND, Zver'kov AV. Clinical-laboratory characterization of the drainage separable as a possible object of reinfusion in patients after total hip and knee arthroplasty. *Transfuziologiya*. 2014;15(4):58-67. (In Russ.)
55. Wu Y, Yang T, Zeng Y, Si H, Li C, Shen B. Effect of different postoperative limb positions on blood loss and range of motion in total knee arthroplasty: An updated meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Surg*. 2017 Jan;37:15-23. doi: 10.1016/j.ijssu.2016.11.135
56. Khod'kov EK, Boloboshko KB. The role of vacuum drainage in knee arthroplasty. *Vestn VGMU*. 2017;16(4):673-80. (In Russ.)

Submitted 27.02.2019

Accepted 25.03.2019

**Сведения об авторах:**

Ходьков Е.К. – ассистент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9216-7929>;

Болобошко К.Б. – к.м.н., доцент, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет;

Ходькова Ю.В. – преподаватель-стажер кафедры анестезиологии и реаниматологии с курсом ФПК и ПК, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет.

**Information about authors:**

*Khadzkou Y.K. – lecturer of the Chair of Traumatology, Orthopedics & Military Surgery, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University,*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9216-7929>;*

*Balaboshka K.B. – Candidate of Medical Sciences, associate professor, head of the Chair of Traumatology, Orthopedics & Military Surgery, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University;*

*Khadzkova Y.V. – lecturer-trainee of the Chair of Anesthesiology & Resuscitation, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University.*

**Адрес для корреспонденции:** Республика Беларусь, 210009, г. Витебск, пр. Фрунзе, 27, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, кафедра травматологии, ортопедии и ВПХ. E-mail: [khadzkou@gmail.com](mailto:khadzkou@gmail.com) – Ходьков Евгений Константинович.

**Correspondence address:** Republic of Belarus, 210009, Vitebsk, 27 Frunze ave., Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Chair of Traumatology, Orthopedics & Military Surgery. E-mail: [khadzkou@gmail.com](mailto:khadzkou@gmail.com) – Yauheni K. Khadzkou.